Journal of Horticultural Science
Vol. 34, No.1, Spring 2020, P. 131-144
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، ص. ۱۴۴-۱۳۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

مقاله علمی-پژوهشی

تأثیر کودهای زیستی و سالیسیلیک اسید بر برخی صفات فیزیولوژیکی نشاء خربزه (*Cucumis melo* L.) در شرایط تنش شوری

حسین نستری نصرآبادی[1]*- سید فرهاد صابرعلی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۴/۳۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۸/۲۵

چکیده

شوری یکی از مهمترین تنش‌های محیطی است که بطور نامطلوبی باعث کاهش عملکرد و رشد گیاهان می‌گردد. در این راستا آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه مجتمع آموزش عالی کشاورزی و دامپروری تربت جام بر روی خربزه رقم خاتونی اجرا گردید. تیمار سالیسیلیک اسید در دو سطح صفر (SA0) و یک میلی‌مولار (SA1)، کودهای زیستی شامل ازتوباکتر (B1)، آزوسپریلیوم (B2)، مخلوط ازتوباکتر و آزوسپریلیوم (B3) و بدون تلقیح (B0) و تیمار شوری در پنج مقدار صفر (S0)، ۵۰ (S1)، ۱۰۰ (S2)، ۱۵۰ (S3) و ۲۰۰ (S4) میلی‌مولار (mM) کلرید سدیم تهیه شدند. نتایج نشان داد که شوری بطور معنی‌داری باعث افزایش میزان تولید پرولین، قندهای محلول و کاهش میزان رنگدانه های فتوسنتزی و محتوای رطوبت نسبی برگ گیاه خربزه گردید. بیشترین میزان تولید قندهای محلول در ترکیب شوری ۲۰۰ میلی‌مولار با کاربرد توام باکتری‌ها (S4 B3) به دست آمد، همچنین بالاترین میزان پرولین در ترکیب شوری ۲۰۰ میلی‌مولار با کاربرد سالیسیلیک اسید یک میلی‌مولار و ترکیب ازتوباکتر و آزوسپریلیوم (S4 SA1 B3) به دست آمد. استفاده از کودهای زیستی بخصوص مخلوط باکتری‌ها در ترکیب با یک میلی‌مولار سالیسیلیک اسید (SA1 B3) بطور معنی‌داری باعث بهبود صفات مورد مطالعه گردید. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان تلقیح بذور خربزه و محلولپاشی با سالیسیلیک اسید را جهت افزایش مقاومت و بهبود رشد و عملکرد خربزه در مناطق شور توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: آزوسپریلیوم، ازتوباکتر، پرولین، خربزه خاتونی

مقدمه

خربزه (*Cucumis melo* L.) از سبزیجات مهم خانواده کدوییان و یکی از مهمترین محصولات اقتصادی شهرستان تربت جام است. تربت جام بزرگترین تولید کننده خربزه در سطح کشور می‌باشد و این محصول جالیزی مهم سهم بسزایی در اقتصاد و اشتغالزایی منطقه دارد. در خربزه خاتونی تعداد دفعات برداشت میوه در مزارع، همچنین تعداد میوه تولیدی در هر بوته بیش از سایر ارقام است. رنگ برگ‌های این رقم سبز روشن است. دمبرگ آن طویل و توپر بوده و بر روی سطح رویی آن شیاری است که تا پهنک برگ ادامه دارد. شکل میوه بیضی یکنواخت و اندازه آن متوسط است. میوه‌ها در زمان رسیدن از بوته‌ها جدا نمی‌شوند. پوست میوه دارای شیارهایی طولی است که از قسمت دم میوه تا نوک آن امتداد دارد و به تعداد ۶ تا ۸ عدد مشاهده می‌شود (۳۷).

رشد و عملکرد محصولات کشاورزی توسط تنش‌های محیطی زنده و غیر زنده متعددی تحت تاثیر قرار می‌گیرد. در بین تنش‌های غیر زنده شور شدن آب و خاک می‌تواند یکی از مهمترین عوامل محیطی محدود کننده تولید محصول به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک باشد. شوری در گیاهان می‌تواند از طریق اثر اسمزی، سمیت یونی، اختلال در جذب عناصر غذایی و میزان آب بافت تاثیر گذار باشد. گیاهان تحت تنش شوری جهت حفظ فشار تورگور موادی با عنوان اسمولیت‌های گیاهی تولید می‌کنند که باعث منفی‌تر شدن پتانسیل آب درون سلول‌ها می‌شود که این عمل به گیاه در حفظ تورژسانس کمک می‌کند (۶ و ۵۲). سرابی و همکاران (۴۵) در بررسی ژنوتیپ‌های مختلف خربزه تحت تنش شوری گزارش کردند که تنش شوری موجب افزایش قندهای محلول و محتوای پرولین و کاهش رنگدانه‌های فتوسنتزی می‌گردد. همچنین گزارش شده است تنش شوری بطور معنی داری باعث کاهش وزن خشک میوه و شاخص کلروفیل در شنبلیله می‌شود (۳۶). سیورتیپ و همکاران (۴۹) بیان

۱ و ۲- استادیاران گروه علوم و مهندسی باغبانی، مجتمع آموزش عالی کشاورزی و دامپروری تربت جام
(*- نویسنده مسئول: Email: ho_nastari@yahoo.com)
DOI: 10.22067/jhorts4.v34i2.82028

نمودند که پیش تیمار بذور خربزه تحت تنش شوری با نمک طعام باعث افزایش مقدار قندهای محلول و تجمع پرولین می‌شود. یکی از راهکارهای کاهش خسارت تنش شوری استفاده از کودهای زیستی است. باکتری‌های محرک رشد از طریق تثبیت نیتروژن اتمسفر، افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی، دخالت در تولید هورمون‌های گیاهی مانند اکسین، سیتوکینین و جیبرلین‌ها می‌توانند به گیاهان تحت شرایط تنش کمک کنند (۸). باکتری‌های جنس ازتوباکتر و آزوسپریلیوم از مهمترین باکتری‌های محرک رشد هستند که معمولا در نزدیکی و حتی در داخل ریشه گیاهان یافت می‌شوند (۳۳). گزارش شده است که با کاربرد باکتری‌های محرک رشد، وزن خشک ریشه و اندام هوایی و غلظت نیتروژن در یونجه تحت تنش شوری افزایش یافته است (۱۶). سلیمان و همکاران (۵۰) نیز گزارش کردند که باکتری‌های محرک رشد باعث افزایش جذب عناصر خصوصا نیتروژن در اقاقیا می‌شود. باسیلیو و همکاران (۷) در آزمایشی نشان دادند که باکتری‌های محرک رشد باعث افزایش ارتفاع بوته و عملکرد گندم می‌شود. کاربرد سالیسیلیک اسید برای ایجاد واکنش‌های گیاهان در برابر تنش‌های محیطی مطرح است (۴۶). طاهری و همکاران (۵۲) در بررسی اثر پیش تیمار سالیسیلیک اسید در بذرهای خیار و هندوانه تحت تنش شوری گزارش کردند که سالیسیلیک اسید بطور معنی داری باعث بهبود جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ها می‌شود. بیان شده است که کاربرد سالیسیلیک اسید باعث افزایش معنی‌داری کلروفیل a، b و کاروتنوئیدها، محتوای پرولین و میزان رطوبت نسبی برگ در جو تحت تنش شوری می‌گردد (۱۴). رقامی و همکاران (۴۰) گزارش کردند که سالیسیلیک اسید باعث بهبود شاخص‌های رویشی و رنگدانه‌های فتوسنتزی در گیاه بادمجان تحت تنش شوری می‌شود. همچنین گزارش شده است، تیمار سالیسیلیک اسید باعث افزایش عنصر پتاسیم در گندم تحت تنش شوری می‌گردد (۴). هدف از انجام این آزمایش ارزیابی تاثیر سالیسیلیک اسید و باکتری‌های محرک رشد در استقرار بهتر نشا و بهبود رشد گیاه خربزه تحت تنش شوری بود.

مواد و روش‌ها

جهت بررسی اثر کودهای زیستی و سالیسیلیک اسید بر پارامترهای فیزیولوژی و رشد خربزه رقم خاتونی در شرایط تنش شوری آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در مجتمع آموزش عالی کشاورزی و دامپروری تربت جام طرح ریزی و اجرا گردید. تیمار سالیسیلیک اسید در دو سطح صفر (SA0) و یک میلی‌مولار (SA1) انتخاب شد و تیمارهای کودهای زیستی شامل ازتوباکتر (B1)، آزوسپریلیوم (B2)، مخلوط ازتوباکتر و آزوسپریلیوم (B3) و بدون تلقیح (B0) و تیمار شوری در پنج مقدار صفر (S0)، ۵۰ (S1)، ۱۰۰ (S2)، ۱۵۰ (S3) و ۲۰۰ (S4) میلی‌مولار (mM) کلرید سدیم تهیه شدند. باکتری‌ها از موسسه تحقیقات خاک و آب کرج تهیه شدند که هر میلی لیتر دارای $۱۰^۸$ عدد باکتری زنده و فعال بود. ابتدا بذرها جهت ضدعفونی به مدت سه دقیقه در محلول هیپوکلریت سدیم ۵ درصد قرار داده شدند، سپس دوبار با آب مقطر شستشو گردیدند. پس از ضدعفونی، بذرها به مدت دو ساعت در مایه تلقیح در شرایط تاریکی قرار گرفتند سپس در گلدان‌های حاوی پرلایت، ورمی‌کولایت و کوکوپیت (به نسبت مساوی) کشت شدند و ۲۰ گرم از مایه تلقیح به هر گلدان با کنار زدن سطحی محیط کشت قبل از کاشت اضافه شدند (۵۴). تیمار شوری بعد از تولید دو برگ حقیقی همراه با محلول غذایی هوگلند اعمال گردید و تا چهار هفته ادامه داشت. تیمار سالیسیلیک اسید به صورت اسپری شاخساره دو مرحله پس از یک هفته از اعمال تنش با فاصله ۱۰ روز انجام شد. صفات مورد مطالعه شامل پرولین، محتوای قندهای محلول، رنگدانه های گیاهی و میزان رطوبت نسبی برگ بود. میزان پرولین به روش بیتس و همکاران (۹)، قندهای محلول بر اساس روش هج و هوفریتر (۲۵)، مقدار کلروفیل a، b و کاروتنوئیدها بر مبنای روش رقامی و همکاران (۴۰) و محتوای رطوبت نسبی به روش کرامر (۳۰) اندازه گیری شدند. تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده توسط نرم‌افزار SAS انجام شد. مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن در سطح پنج درصد انجام گرفت و نمودارها توسط نرم‌افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

محتوای پرولین

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) مشخص گردید که اثرات متقابل سه گانه تیمارها در سطح احتمال ۵٪ بر روی میزان تولید پرولین اثرات معنی‌داری دارد. مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری، سالیسیلیک اسید و باکتری نشان داد (شکل ۱) با افزایش تنش شوری میزان پرولین روند افزایشی دارد، بطوریکه بیشترین میزان پرولین در ترکیب شوری ۲۰۰ میلی مولار با کاربرد سالیسیلیک اسید یک میلی‌مولار و ترکیب ازتوباکتر و آزوسپریلیوم (S4 SA1 B3) به دست آمد و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد (S0 SA0 B0) ثبت شد. در تیمار بدون تنش شوری (S0) اختلاف معنی‌داری بین ترکیبات مختلف سالیسیلیک اسید و باکتری مشاهده نشد ولی بهرحال ترکیب یک میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و مخلوط ازتوباکتر و آزوسپریلیوم (B3) نسبت به سایر ترکیبات از محتوای پرولین بالاتری برخوردار بود. با شروع اعمال تنش شوری در هر سطح تنش بین ترکیبات مختلف سالیسیلیک و باکتری اختلاف معنی‌داری بوجود آمد بطوری‌که بیشترین میزان پرولین در سطوح مختلف سالیسیلیک اسید در ترکیب ازتوباکتر و آزوسپریلیوم مشاهده شد (B3). در شرایط

شوری تجمع محلول‌های سازگار مانند پرولین، گلایسین، بتائین و محلول‌های آلی دیگری در گیاه اتفاق می‌افتد که نقش مهمی در محافظت از گیاه در برابر اثرات زیان‌آور القا شده توسط تنش را بوسیله تنظیم اسمزی، کاهش آب ازدست دهی و رقیق کردن غلظت یون های سمی دارند (۵). از طرفی افزایش پرولین توسط باکترهای محرک رشد ممکن است به خاطر افزایش جذب عناصر غذایی به خصوص نیتروژن باشد زیرا پرولین دارای ساختار نیتروژنی می‌باشد (۳۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس تاثیر کودهای زیستی و سالیسیلیک اسید بر برخی صفات فیزیولوژیکی نشاء خربزه رقم خاتونی در شرایط تنش شوری

Table 1- ANOVA for the effect of bio-fertilizer and salicylic acid on some physiological traits of melon cv. Khatooni under salinity stress

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی DF	پرولین Proline	قندهای محلول Soluble sugars	کلروفیلa Chl a	کلروفیل b Chl b	کاروتنوئید Carotenoids	رطوبت نسبی RWC
شوری Salinity (S)	4	57.96 **	2329.09 **	2.015 **	2.011 **	1.234 **	**4207.61 ****
سالیسیلیک اسید SA	1	14.69 **	382.42 **	0.367 **	0.233 **	0.151 **	**535.48 ****
باکتری Bacteria (B)	3	23.28 **	260.82 **	0.440 **	0.361 **	0.265 **	**536.17 ****
S×SA	4	1.50 **	29.16 **	0.002 ns	0.011 *	0.005 ns	**11.41 ns**
S×B	12	2.08 **	23.27 **	0.003 ns	0.004 ns	0.004 ns	**23.86 ns**
SA×B	3	0.29 *	22.16 **	0.010 *	0.006 ns	0.001 ns	**10.11 ns**
S×SA×B	12	0.20 *	2.91 ns	0.003 ns	0.003 ns	0.003 ns	**7.23 ns**
خطا Error	80	0.11	2.56	0.003	0.004	0.013	**14.72**
C.V (%)		2.25	10.31	5.09	11.28	4.75	**5.39**

*و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns عدم معنی‌داری.

*and ** s:ignificant at 5% and 1% of probability level, and ns : no significant.

تیمار سالیسیلیک اسید ممکن است هیدرولیز قندها و پروتئین‌های غیر محلول را تحریک کند و باعث تولید مخزن یا منبعی از اسمولیت های سازگار شود که نقش مهمی در تنظیم اسمزی در حضور سدیم دارند. این فرضیه با تجمع اسیدهای آمینه آزاد با کاربرد سالیسیلیک اسید تقویت می‌شود (۱۴). پرولین علاوه بر نقشی که در تعادل اسمزی داد در پایداری غشا سلولی و خنثی سازی رادیکال‌های آزاد نقش دارد، همچنین می‌تواند PH سیتوپلاسمی را کاهش دهد و حفظ کننده نسبت مناسب $NADP^+/NADPH$ در متابولیسم عمل کند. افزایش میزان پرولین توسط محرک‌های رشد توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (۲۳، ۴۲). سرابی و همکاران (۴۵) نیز گزارش کردند که تنش شوری باعث افزایش میزان پرولین در توده‌های مختلف خربزه می‌شود همچنین ظفری و همکاران (۵۴) نیز بیان نمودند که باکتری‌های محرک رشد باعث افزایش میزان پرولین در گیاهان تحت تنش می‌گردد، که با نتایج به دست آمده در این تحقیق یکسان است. خیری زاده آروق و همکاران (۲۸) نیز گزارش کردند که شوری باعث افزایش میزان تولید پرولین در تریتیکاله می‌گردد و میزان تولید پرولین با افزایش تنش شوری و کاربرد کودهای زیستی افزایش می‌یابد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. رقامی و همکاران (۴۰) گزارش کردند که سالیسیلیک اسید باعث افزایش میزان پرولین در بادمجان تحت تنش شوری گردید. همچنین گزارش شده است که سالیسیلیک اسید باعث افزایش تجمع پرولین در گیاهان تحت تنش می‌شود. (۱۳ و ۲۲).

محتوای قند

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثرات متقابل دوگانه تیمارها بر روی این صفت در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار گردیده‌اند. نتایج نشان داد که با افزایش تنش شوری میزان تولید قندهای محلول بطور معنی‌داری روند افزایشی دارد (شکل‌های ۲ و ۴). در بررسی اثرات متقابل شوری و سالیسیلیک اسید مشخص گردید که در شرایط بدون تنش علی‌رغم افزایش میزان قندهای محلول با کاربرد سالیسیلیک اسید، اختلاف معنی‌داری بین کاربرد و عدم کاربرد سالیسیلیک اسید از لحاظ آماری وجود ندارد، ولی با اعمال تنش شوری اختلاف در تولید میزان قند محلول بطور معنی‌داری افزایش یافت که بیشترین میزان قند محلول در ترکیب شوری ۲۰۰ میلی مولار با کاربرد سالیسیلیک اسید (S4 SA1) به دست آمد و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد (S0 SA0) ثبت گردید (شکل ۲).

در بررسی اثرات متقابل شوری و باکتری (شکل ۴) نیز همانند اثرات متقابل شوری و سالیسیلیک اسید (شکل ۲) روند افزایش میزان تولید قندهای محلول مشاهده شد. در تمامی ترکیبات سطوح مختلف شوری و کاربرد توام باکتری‌های ریزوبیوم و آزوسپریلیوم (B3) بجز

سطح بدون تنش (S0) و سطح ۵۰ میلی‌مولار شوری (S1)، بطور معنی‌داری نسبت به سایر ترکیبات باعث افزایش معنی‌دار میزان تولید قندهای محلول شد، بهرحال در تمامی ترکیبات، کاربرد باکتری باعث افزایش میزان تولید قندهای محلول گردید. بیشترین میزان تولید قندهای محلول در ترکیب شوری ۲۰۰ میلی‌مولار با کاربرد توام باکتری‌ها (S4 B3) به دست آمد (شکل ۴).

در بررسی اثرات متقابل سالیسیلیک اسید و باکتری (شکل ۳) مشخص گردید کاربرد باکتری بطور معنی‌داری در حضور و عدم حضور سالیسیلیک اسید بطور معنی‌داری نسبت به عدم کاربرد باکتری باعث افزایش معنی‌دار تولید قندهای محلول می‌شود. در این آزمایش مشخص گردید بین آزوسپریلیوم و ریزوبیوم اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ولی کاربرد توام آنها بطور معنی‌داری نسبت به کاربرد جداگانه باعث افزایش تولید قندهای محلول می‌شود.

گیاهان تلاش می‌کنند با تولید ترکیبات آلی مانند قندهای محلول که از لحاظ اسمزی فعال هستند بر تنش شوری غلبه کنند (۴۰). گزارش شده است که کاربرد سالیسیلیک اسید در بادمجان (۴۰) و جو (۳) تحت تنش شوری باعث افزایش میزان تولید قندهای محلول شده است که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. در شرایط تنش شوری، افزایش قندهای محلول به گیاهان در جلوگیری از پلاسمولیز و برقرای تورژسانس کمک می‌کند (۳۴). افزایش قندهای محلول در چنین شرایطی با توقف رشد یا تولید از مسیرهای فتوسنتزی و تجزیه قندهای نامحلول انجام می‌گردد (۲۷). افزایش قندهای محلول با کاربرد باکتری‌های محرک رشد می‌تواند به دلیل افزایش تولید هورمون‌هایی نظیر سایتوکینین و جیبرلین در چنین گیاهانی باشد (۸ و ۴۱). افزایش در میزان هورموهای رشد بخصوص سایتوکینین می‌تواند با انتقال یون‌های موثر در باز شدن روزنه‌ها و تنظیم سطح کلروفیل، موجب بالا رفتن میزان فتوسنتز و تولید بیشتر قندها در چنین گیاهانی شود (۳۹).

در این مطالعه مشخص گردید که ترکیب باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپریلیوم بطور معنی‌داری باعث افزایش میزان قندهای محلول می‌گردد. این اثر سینرژیستی می‌تواند به دلیل افزایش جذب عناصر غذایی بخصوص نیتروژن ارتباط داشته باشد که نسبت به حالت انفرادی بیشتر می‌باشد، از طرفی ازتوباکتر علاوه بر تثبیت نیتروژن احتمالا با افزایش میزان حلالیت فسفر خاک می تواند اثرات سینرژیستی را تشدید کند (۳۱).

رنگدانه‌های گیاهی

تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد علاوه بر اثرات ساده تیمارها، اثرات متقابل دو گانه سالیسیلیک اسید و باکتری (S×SA) و شوری و سالیسیلیک اسید (S×SA) به ترتیب بر صفت‌های کلروفیل a و کلروفیل b در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار گردید، همچنین مشخص گردید که فقط اثرات ساده تیمارها در سطح احتمال ۱٪ بر میزان تولید کاروتنوئیدها معنی‌دار شدند.

جدول ۲- اثرات ساده کودهای زیستی و سالیسیلیک اسید بر برخی صفات فیزیولوژیکی نشاء خربزه رقم خاتونی در شرایط تنش شوری

Table 2- Simple effects of bio-fertilizer and salicylic acid on some physiological traits of melon cv. Khatooni under salinity stres

تیمار Treatment	سطح level	کلروفیل a Chl a (mg/g fw)	کلروفیل b Chl b (mg/g fw)	کاروتنوئید Carotenoids (mg/g fw)	رطوبت نسبی RWC (%)
شوری Salinity	S0	1.44 a	0.96 a	0.72 a	84.17 a
	S1	1.24 b	0.75 b	0.62 b	82.27 a
	S2	1.04 c	0.55 c	0.46 c	72.77 b
	S3	0.90 d	0.38 d	0.32 d	64.51 c
	S4	0.69 e	0.23 e	0.16 e	52.14 d
سالیسیلیک اسید Salicylic acid	SA0	1.01 b	0.53 b	0.42 b	69.06 b
	SA1	1.12 a	0.62 a	0.49 a	73.29 a
باکتری Bacteria	B0	0.94 d	0.48 c	0.37 c	66.38 c
	B1	1.05 b	0.56 b	0.44 b	71.31 b
	B2	1.02 c	0.54 b	0.43 b	70.36 b
	B3	1.23 a	0.73 a	0.59 a	76.65 a

میانگین‌های دارای حرف مشترک بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means with the same letters have no significant difference based on Duncan's multiple range test ($\alpha = 0.05$).
Salinity (S0: 0 mM, S1: 50 mM, S2: 100 mM, S3: 150 mM and S4: 200 mM NaCl). Salicylic acid (SA0:0 mM and SA1: 1mM).
Bacteria (B0: without bacteria, B1: Azotobacter, B2: Azospirillum and B3: Azotobacter + Azospirillum)

مقایسه میانگین اثرات ساده تیمارها (جدول ۲) نشان داد که شوری بطور معنی داری باعث کاهش میزان رنگدانه‌های گیاهی در خربزه می‌گردد، بطوریکه کمترین میزان تولید رنگدانه‌های گیاهی در شوری ۲۰۰ mM و بیشترین میزان آن در شرایط بدون تنش تولید شدند. بالاترین میزان تنش شوری (S4) باعث کاهش ۵۲/۰۸ ٪ و ۷۶/۰۴ ٪ و ۷۷/۷۷ ٪ نسبت به شاهد به ترتیب در تولید کلروفیل a،

کلروفیل b و کاروتنوئیدها گردید. نتایج نشـان داد (جـدول ۲) کـاربرد سالیسیلیک اسید نسبت به عدم کاربرد سالیسیلیک اسید باعث افزایش معنی‌دار تولید رنگدانه‌های گیاهی می‌گردد.

در بررسی اثرات ساده بـاکتری (جـدول ۲) مشـخص گردیـد کـه کاربرد باکتری باعث افزایش معنی‌دار تولید رنگدانه‌هـای گیـاهی مـی شود و کاربرد توام باکتری‌ها (B3) باعث افزایش معنی‌داری نسبت به کاربرد جداگانه شد. همچنین مشخص گردید اختلاف معنی‌داری بـین کاربرد جداگانه باکتری‌ها بر میزان تولیـد کلروفیـل b و کاروتنوئیـدها وجود ندارد.

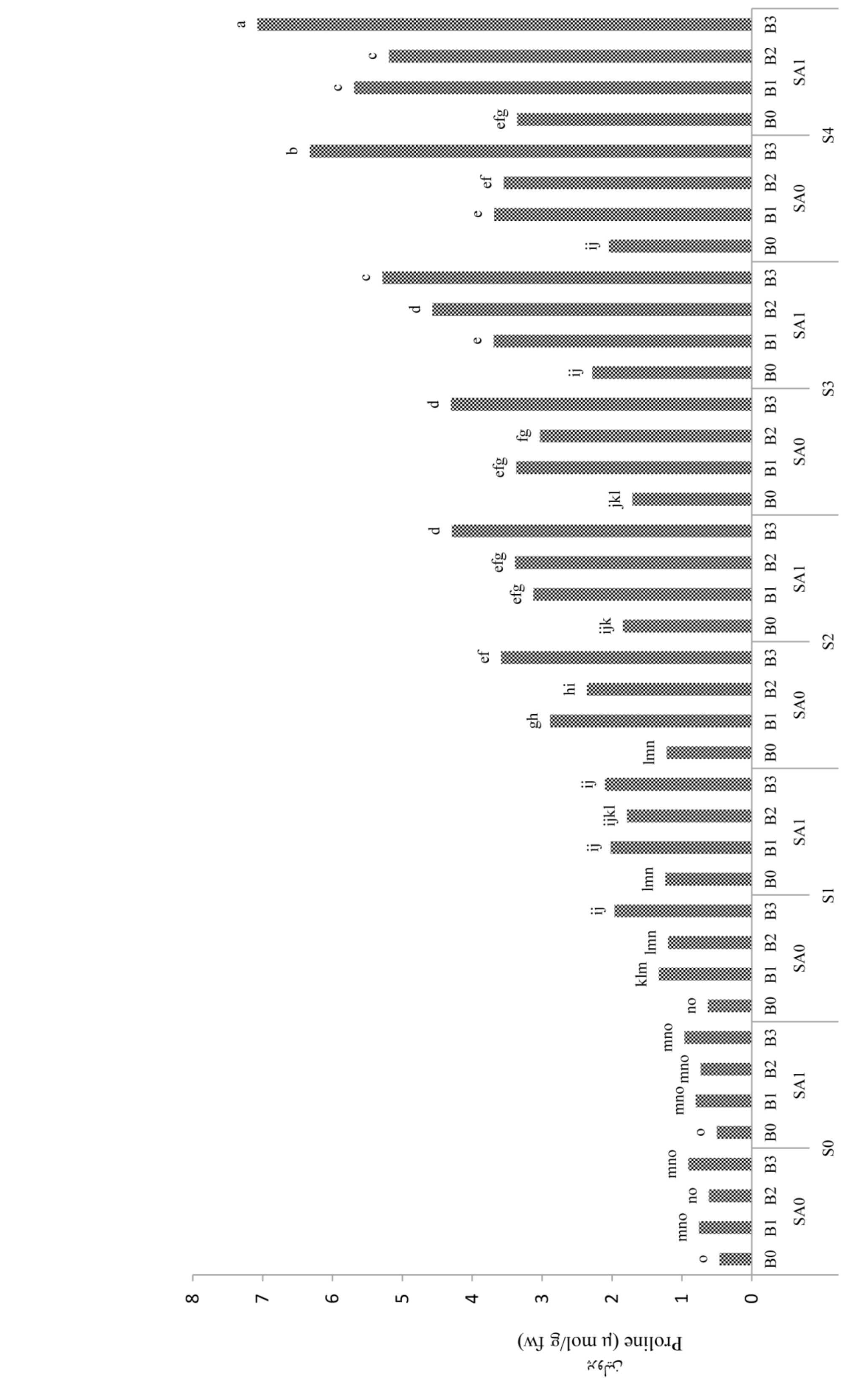
در بررسی اثرات متقابل سالیسیلیک اسید و باکتری (SA×B) بـر میزان کلروفیل a (شکل ۵) مشخص شد که بیشترین میزان کلروفیل a در ترکیب سالیسیلیک اسید ۱ mM با کاربرد توام باکتری‌ها (SA1 B3) به دست آمد که نسبت به شاهد (SA0 B0) به میزان ۲۸/۴۰٪ افزایش نشان داد. همچنین نتایج نشـان داد (شـکل ۶) کـه کمتـرین میـزان کلروفیـل b در ترکیـب شـوری ۲۰۰ mM بـا عـدم کـاربرد سالیسیلیک اسید (S4 SA0) به دست آمد که نسبت بـه شـاهد (S0 SA0) ۷۰/۷۸٪ کاهش یافت.

رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیـل a، کلروفیـل b و کاروتنوئیـدها) بعنوان ترکیبات اصلی سیستم فتوسنتزی در تولید ماده خشک شـرکت دارند. الطیب (۱۴) بیـان نمـود کـه کـاربرد سالیسـیلیک اسـید باعـث افزایش محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی تحت شرایط تـنش و شـاهد می‌گردد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. همچنین گزارش شـده است، محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید در گیاه ذرت تحت تـنش شـوری باعث افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی گردیـده اسـت (۲۹). ناصـری و همکاران (۳۶) و سرابی و همکاران (۴۵) نیز گزارش کردند کـه تـنش شوری باعث کاهش محتوای کلروفیل به ترتیب در شـنبلیله و خربـزه می‌گردد. محققین ذکر کرده‌اند کـاهش پـروتئین‌هـای سـلولی تحـت تنش، افزایش فعالیت آنزیم‌های کلروفیلاز و پراکسیداز، کاهش فعالیت آنزیم کربوکسیلاز و بسته شـدن روزنـه‌هـا بعنـوان فاکتورهـای مـوثر کاهش کلروفیل تحت شرایط تنش هسـتند (۳، ۶، ۱۱ و ۲۶). کـاهش محتوای کلروفیل تحت تنش‌های طولانی ممکن است تـا حـدی بـه خاطر کاهش جریان نیتـروزن بـه سـمت گیـاه و همچنـین تغییـر در فعالیت آنزیم‌هایی مانند نیترات ردوکتاز باشد (۲ و ۱۲).

فاروق و همکاران (۱۵) در بررسی اثرات و مکانیسم تنش خشکی بیان کردند که سالیسیلیک اسید به عنوان یک مولکول سیگنال عمـل می‌کنـد. سـپس مسـیر آبشـاری سـیگنال را احتمـالا بوسـیله ABA، هیدروژن پراکسید (H_2O_2) و کلسیم (Ca^{2+}) فعال می‌کند، کـه منجـر به فعال شدن سنتز پروتئین کینازهای مخصوصی شده که باعث فعال شدن پاسخ‌های بیشتر پایین دست می‌شود. ماننـد تغییـر در بیـان ژن. پاسخ به این سیگنال‌ها باعث تغییر در متابولیسـم گیـاه مـی‌شـود کـه شـامل فعـال شـدن و سـنتز آنتـی اکسـیدان‌هـا، سـنتز و تجمـع اسموپروتکتنت‌هایی نظیر پرولین و بسته شدن روزنه‌هـا تحـت تـنش می‌باشد. افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی با تیمار سالیسـیلیک اسـید را می‌توان به اثر حفاظتی این مولکول سیگنال و تحریک مسیر سـنتزی ایـن رنگدانـه‌هـا ارتبـاط داد (۱۴ و ۱۸). دلیـل دیگـر کـاهش میـزان کلروفیل تحت تنش شوری کاربرد گلوتامات جهـت بیوسـنتز پـرولین مـی‌باشـد (۳۸). سـلطانا و همکـاران (۵۱) گـزارش کردنـد کـاهش کاروتنوئیدها در شرایط تنش شوری به خـاطر تخریـب بتـا کـاروتن و تولید زآگزانتین است. جیری و همکاران (۲۰) گزارش کردند که تلقیح آکاسیا با مایکوریزا باعث افزایش محتوای کلروفیل تحت تنش شوری می‌گردد. همچنـین سـانازورا و همکـاران (۴۴) و خیـری‌زاده آروق و همکاران (۲۸) دریافتند که ترکیب مایکوریزا و بـاکتری‌هـای محـرک رشد باعث افزایش محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی تحت تنش شوری در تریتیکاله می‌شود. گزارش شده است که باکتری‌های محرک رشـد دارای فعالیت ACC- دآمیناز هستند که بطـور معنـی‌داری بـر میـزان محتوای رنگدانه‌های گیاهی تحت تنش شوری مؤثر هسـتند (۴۷). از طرفی بیان شد که کاهش محتوای کلروفیل می‌توانـد بعلـت کـاهش جذب نیتروژن باشد، احتمـالا کـاربرد بـاکتری‌هـای محـرک رشـد بـا افزایش قابلیت جذب عناصر خصوصـا نیتـروژن در افـزایش محتـوای کلروفیل نقش مؤثری دارند.

درصد رطوبت نسبی

اثرات ساده تیمارها در سطح ۱٪ بر میـزان رطوبـت نسـبی بـرگ اثرات معنی‌داری نشان دادند (جدول ۱). در بررسی اثرات ساده شوری (جدول ۲) مشخص گردید که علی رغم کاهش میزان رطوبت نسـبی برگ بین تیمار شاهد و سـطح ۵۰ mM شـوری اخـتلاف معنـی‌داری وجود ندارد و با افزایش میزان تنش اختلاف معنی‌دار شد، بطـوری‌کـه کمترین مقدار رطوبـت نسـبی در تیمـار شـوری ۲۰۰ mM (S4) بـه دست آمد که نسبت بـه شـاهد (S0) ۳۸/۰۵ ٪ کـاهش یافـت. عـدم اختلاف معنی‌دار بین تیمار شاهد و سطح پایین تـنش شـوری ممکـن است بعلت توانایی گیاه در جذب آب بیشتر برای حل کردن یون‌هـای تجمع یافته در واکوئل و کاهش میزان سمیت یونی نسـبت بـه سـایر سطوح تنش باشد که منجر به افزایش وزن تر گیاهان می‌گـردد (۳۵). مقایسه میانگین نتایج (جدول ۲) نشان داد که کاربرد سالیسیلیک اسید بطور معنی‌داری باعث افزایش محتوای رطوبت نسبی برگ مـی‌گـردد که نسبت به عدم کاربرد ۶/۱۲ ٪ افزایش یافت. کاربرد باکتری بطـور معنی‌داری باعث افزایش میزان رطوبت نسبی برگ گردید (جـدول ۲). بین کودهای زیستی مورد مطالعه اختلاف معنـی‌داری مشـاهده نشـد ولی ترکیب کودهای زیستی نسبت به عدم ترکیب آنها باعث افـزایش معنی‌دار رطوبت نسبی برگ گردیـد کـه نسـبت بـه شـاهد ۱۵/۴۷ ٪ افزایش پیدا کرد.



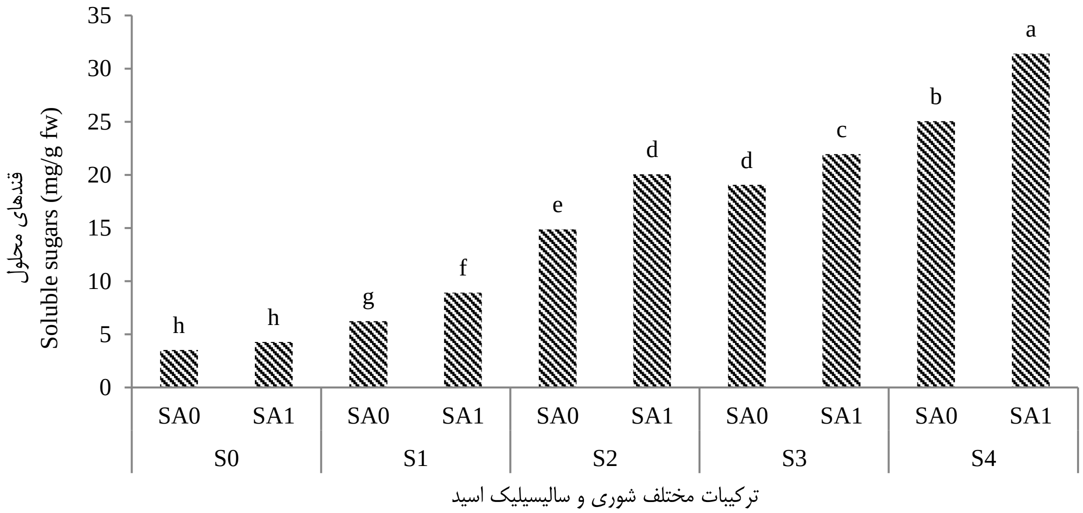
سطوح مختلف شوری، سالیسیلیک اسید و باکتری

Different levels of salinity, salicylic acid and bacteria. S0: 0mM, S1: 50 mM, S2: 100 mM, S3: 150 mM and S4: 200 mM NaCl. SA0: 0 mM and SA1: 1 mM

. B0: without bacteria, B1: Azotobacter, B2: Azospirill and B3: B1+B2

شکل ۱- بررسی اثرات متقابل شوری × سالیسیلیک اسید × باکتری بر میزان پرولین خربزه رقم خاتونی.

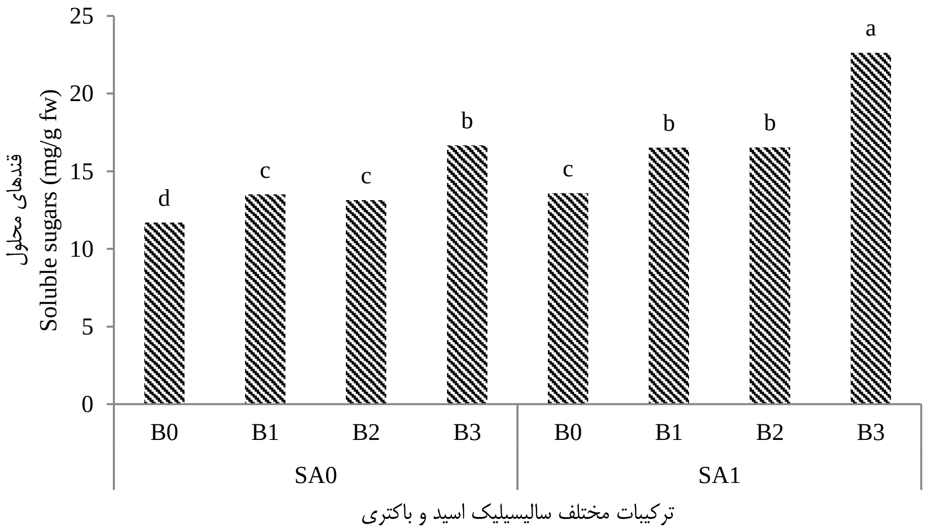
Figure 1- Interaction effects of salinity×salicylic acid×bacteria on proline content of Khatooni melon cultivar.(Duncan, p≤0.05)



Different combination of salinity and salicylic acid. (S0: without salinity, S1: 50mM, S2: 100mM, S3: 150mM and S4: 200mM NaCl - SA0: 0mM and SA1:1mM)

شکل ۲- اثرات متقابل شوری × سالیسیلیک اسید بر میزان قندهای محلول خربزه رقم خاتونی

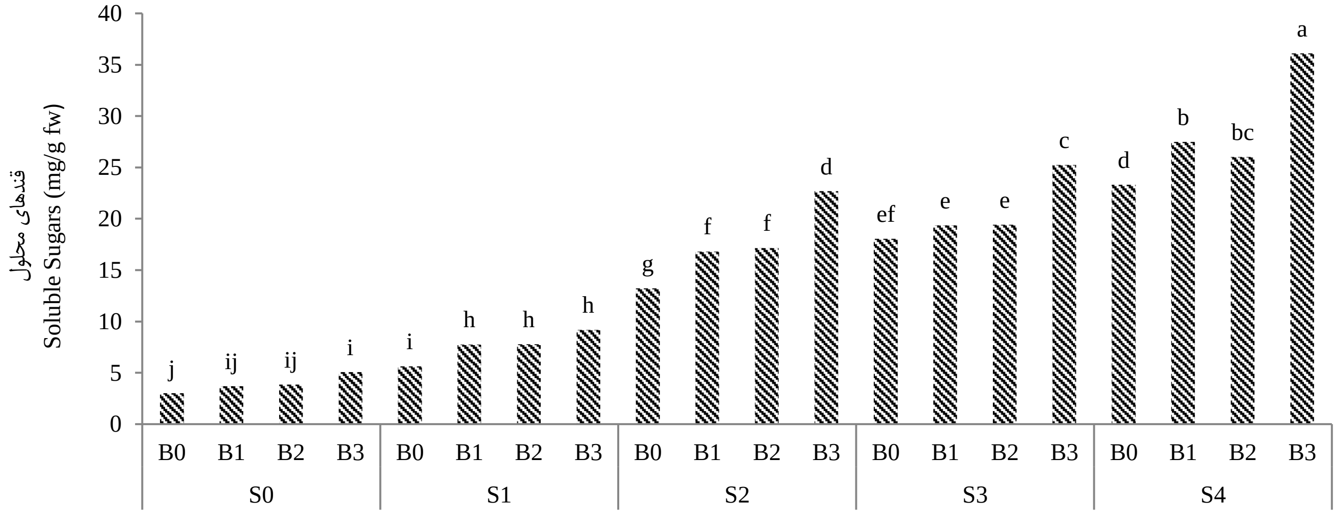
Figure 2- Interaction effects of salinity×salicylic acid on soluble sugars of Khatooni melon cultivar (Duncan, p≤0.05)



Different combination of Salicylic acid and bacteri. (SA0: without SA and SA1: 1mM SA- B0: without bacteria, B1: Azotobacter, B2: Azospirillium and B3: Azotobacter+Azospirillium.

شکل ۳- اثرات متقابل سالیسیلیک اسید × باکتری بر میزان قندهای محلول خربزه رقم خاتونی

Figure 3- Interaction effects of salicylic acid×Bacteria on soluble sugars of Khatooni melon cultivar (Dancan, p≤0.05)

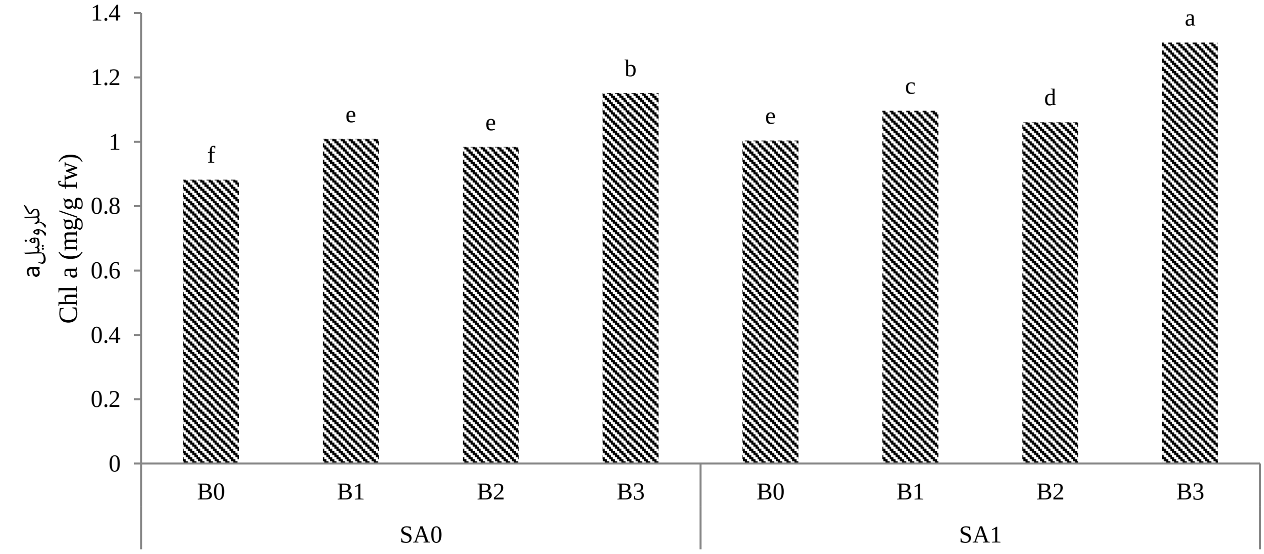


ترکیبات مختلف شوری و باکتری

Different combination of salinity and bacteria (S0: without salinity, S1: 50mM, S2: 100mM, S3: 150mM and S4: 200mM NaCl- B0: without bacteria, B1: Azotobacter, B2: Azospirillium and B3: Azotobacter+Azospirillum)

شکل ٤ – اثرات متقابل شوری × باکتری بر میزان قندهای محلول خربزه رقم خاتونی

Figure 4- Interaction effect of salinity×bacteria on soluble sugars of Khatooni melon cultivar. (Dancan, p≤0.05)

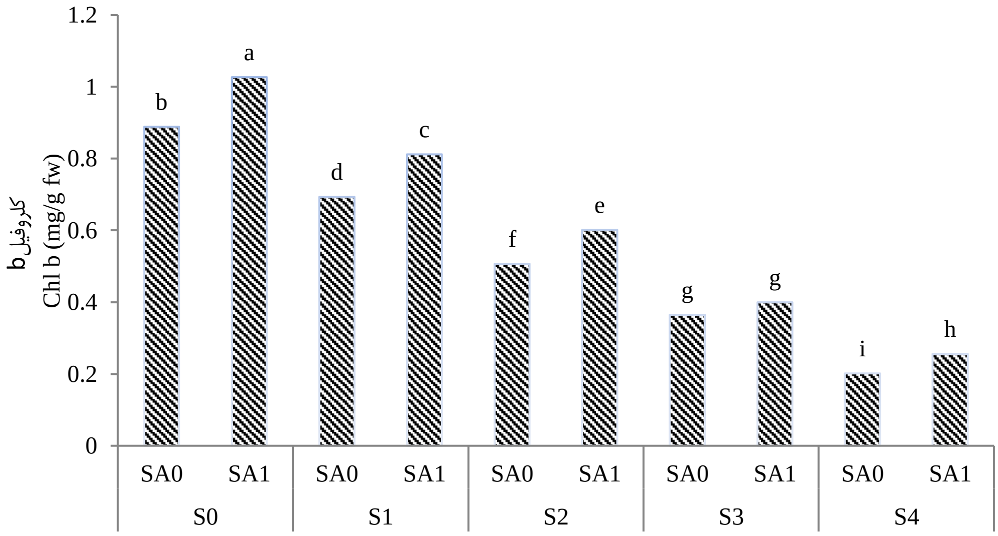


ترکیبات مختلف سالسیسلک اسید و باکتری

Different combination of salicylic acid and bacteria (SA0: 0 mM and SA1: 1mM- B0: without bacteria, B1: Azotobacter, B2: Azospirillum and B3: Azotobacter+Azospirillum)

شکل ٥- اثرات متقابل سالسیلیک اسید×باکتری بر میزان کلروفیل a خربزه رقم خاتونی

Figure 5- Interaction effects of salicylic acid× bacteria on chlrophyll a of Khatooni melon cultivar (Dancan, p≤0.05)



شکل ٦- اثرات متقابل شوری × باکتری بر میزان کلروفیل b خربزه رقم خاتونی
Figure 6- Interaction effects of salinity×bacteria on chlorophyll b of Khatooni melon cultivar (Dancan, p≤0.05)

ظفری و همکاران (۵۴) در بررسی اثر باکتری‌های محـرک رشـد بر یونجه همدانی تحت تنش خشکی گزارش کردند که تنش خشـکی موجب کاهش میزان آب نسبی سلول و تلقیح با کاهش اثـرات تـنش موجب افزایش محتوای آب نسبی بافت می‌گردد. همچنـین رقـامی و همکاران (۴۰) بیان نمود که کاربرد سالیسیلیک اسـید باعـث افـزایش معنی دار میزان رطوبت نسبی در بادمجان تحت تنش شوری می‌شود، که با نتـایج ایـن تحقیـق مطابقـت دارد. اهمیـت آب در گیـاه بـرای نگهداری فشار تورگور جهت انجام رشد کاملا ثابت شده است (۱۷) و یکی از مهمترین عوامل حفظ بقاء در شرایط تنش، قدرت بالای گیـاه در حفظ آب سلولی می‌باشد (۱ و ۴۳).

قادری و همکاران بیان کردند (۱۹) که با کاربرد سالیسیلیک اسید در شرایط تنش و غیر تنش موجب افزایش محتوای رطوبت نسـبی در توت فرنگی شـده اسـت. همچنـین گـزارش شـده اسـت بـا کـاربرد سالیسیلیک اسید محتوای رطوبت نسبی در گوجه فرنگی تحت تـنش خشکی افزایش می‌یابد (۲۴). بطور خلاصه محتوای رطوبت نسبی آب برگ همبستگی بالایی با پتانسیل آب برگ دارد و کاهش محتوای آب نسبی برگ منجر به بسته شدن روزنه‌ها (۱۵)، کـاهش فتوسـنتز و در مقادیر شدید منجر به توقف انتقـال الکتـرون (۲۱)، ممانعـت نـوری و تخریب غشا می‌شود (۱۰).

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به دست آمده در این تحقیق می‌تـوان از مخلـوط کودهای زیستی ازتوباکتر و آزوسپریلیوم و همچنین محلولپاشی بوته‌ها با یک میلی مولار سالیسیلیک اسید (SA1 B3)، جهت حفظ و توسعه کشت خربزه و بهره‌برداری از مناطقی که دارای زمـین و یـا آب شـور هستند، استفاده گردد.

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از نتایج طرح تحقیقـاتی اجـرا شـده از محـل اعتبارات پژوهشی مجتمع آموزش عالی کشاورزی و دامپـروری تربـت جام می‌باشد که بدینوسیله از معاونت پژوهشی مجتمع تقدیر و تشـکر می‌گردد.

منابع

1- Abdalla M.M., and El-Khoshiban N.H. 2007. The influence of water stress on growth, relative watercontent,

photosynthetic pigments, some metabolic and hormonal contents of two *Triticum aestivum* cultivars. Journal of Applied Sciences Research 3(12): 2062-2074.

2- Ahmadi U., and Baker D.A. 2000. Stomatal and nonstomatal factors limiting of photosynthesis in wheat under drought stress. Journal of Agriculture 31: 813-825.

3- Akhkha A., Boutra T., and Alhejely A. 2011. The rates of photosynthesis, chlorophyll content, dark respiration, proline and abscicic acid (ABA) in wheat (*Triticum durum*) under water deficit conditions. International Journal of Agriculture and Biology 13(2): 215-221.

4- Al-Hakimi A.M.A., and Hamada A.M. 2001. Counteraction of salinity stress on wheat plants by grain soaking in ascorbic acid, thiamin or sodium salicylate. Biologia Plantarum 44(2): 253-261.

5- Ashraf M.Y., Rafique N., Ashraf M., Azhar N., and Marchand M. 2013. Effect of supplemental potassium (K+) on growth, physiological and biochemical attributes of wheat grown under saline conditions, Journal of Plant Nutrition 36: 443–458.

6- Ashraf M., and Foolad M.R. 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environmental and Experimental Botany 59: 206-216.

7- Bacilio M., Rodrguez H., Moreno M., Hernandez J. P., and Bashan Y. 2004. Mitigation of salt stress in wheat seedlings by a gfp-tagged Azospirillum lipoferum. Biology and Fertility of Soils 40: 188-193.

8- Bashan Y., Holguin G., and De-Bashan L. 2004. Azosprillum-plant relationship: physiological, molecular, agricultural, and environmental advances. Canadian Journal of Microbiology 50(8): 521-577.

9- Bates L.S., Waldren R.P., and Teare I.D. 1993. Rapid determination of free proline for water stress study. Plant and Soil 39(1): 205-207.

10- Cornic G., and Massacci A. 1996. Leaf photosynthesis under drought stress, in: Baker N.R., (Ed.), Photosynthesis and the Environment, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.

11- Delshadi S., Ebrahimi M., Shirmohammadi E. 2017. Plant growth promoting bacteria effects on growth, photosynthetic pigments and root nutrients uptake of Avena sativa L. under drought stress. Desert 22(1): 107-116.

12- Ebrahimi M., Ricki Maryshany A., and Shirmohammadi E. 2016. Effect of extract of fast growing species Trifolium alexandrium L. on germination, photosynthetic pigments and nutrient uptake of Prosopis cineraria (L.) Druce. Ecopersia 4: 1493-1503.

13- El-Tayeb M.A, and Ahmed N.L. 2010. Response of wheat cultivars to drought and salicylic acid. American-Eurasian Journal of Agronomy 3(1): 1-07

14- El-Tayeb M.A. 2005. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation, 45: 215-224.

15- Farooq M., Wahid A., Kobayashi N., Fujita D., and Basra S.M.A. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Agronomy, 29: 185-212.

16- Fazaeli A., and Basharati H. 2012. Effect of salinity on some growth index and total protein of alfalfa Inoculated with Sinorhizobium meliloti under greenhouse. Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture, 3(9): 25-36. (in Persian)

17- Garcia M.G., Busso C.A., Polci P., Garcia L.N., and Echenique V. 2002. Water relations and leaf growth rate three Agropyron genotypes under water stress. BioCell. 26(3): 309-317.

18- Garcia-Sanchez F., Jifon J.L., Carvajal M., and Syversten J.P. 2002. Gas exchange, chlorophyll and nutrient contents in relation to Na+ and Cl- accumulation in ‘sunburst’ mandarin grafted on different rootstocks. Journal of Plant Sciences 35: 314-320.

19- Ghaderi N., Normohammadi S., and Javadi T. 2015. Morpho-physiological Responses of Strawberry (*Fragaria×ananassa*) to Exogenous Salicylic Acid Application under Drought Stress. Journal of Agricultural Science and Technology, 17: 167-178.

20- Giri B., Kapoor R., Mukerji K.G. 2003. Influence of arbuscular mycorrhizal fungi and salinity on growth, biomass, and mineral nutrition of Acacia auriculiformis. Biology and Fertility of Soils 38: 170-175.

21- Golding A.J., and Johnson G.N. 2003. Down-regulation of linear and activation of cyclic electron transport during drought. Planta 218: 107–114.

22- Grattan S.R., and Grieve C.M. 1992. Mineral element acquisition and growth response of plant grown in saline environment. Agriculture, Ecosystems and Environment 38: 275-300.

23- Gusain, Y.S., Singh U.S., and Sharma A.K. 2015. Bacterial mediated amelioration of drought stress in drought tolerant and susceptible cultivars of rice (*Oryza sativa* L.). African Journal of Biotechnology 14: 764-773.

24- Hayat S., Hasan S.A., Fariduddin Q., and Ahmad A. 2008. Growth of tomato (*Lycopersicon esculentum*) in response to salicylic acid under water stress. Journal of Plant Interaction 3(4): 297-304.

25- Hedge J.E., and Hofreiter B.T. 1962. In: R. L. Whistler & B. Miller (Ed.), Carbohydrate Chemistry. pp.17-22. Academic Press, New York.

26- Karimi G., Ghorbanli M., Heidari H., Khavari Nejad R.A., and Assareh M.H. 2005. The effects of NaCl on growth, water relations, osmolytes and ion content in Kochia prostrate. Biologia Plantarum 49 (2): 301-304.
27- Kheirizadeh Arough Y., and Seyed Sharifi R. 2018. Effects of endo-mycorrhiza, plant growth promoting rhizobacteria and foliar application with nano zinc oxide on effective traits at grain filling of Triticale under soil salinity condition. Journal of Plant Process and Function 7(23): 69-84. (In Persian with English abstract)
28- Kheirizadeh Arough Y., and Seyed Sharifi R., and Sedghi M. 2016. Effect of Zinc and Bio Fertilizers on Antioxidant Enzymes Activity, Chlorophyll Content, Soluble Sugars and Proline in Triticale under Salinity Condition. Notulae Botanicae horti Agrobotanici 44(1): 116-124.
29- Khodary S.E.A., 2004. Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt-stressed maize plants. International Journal of Agriculture &Biology, 6: 5-8.
30- Kramer P.J. 1983. Plant water relations. Academic Press, New York.
31- Kumar V., Behl R.K., and Narula N. 2001. Establishment of phosphate-solubilizing strains of *Azotobacter chroococcum* in the rhizosphere and their effect on wheat cultivars under greenhouse conditions. Microbiological Research 156: 87-93.
32- Marschner H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd edition, Academic Press. Ltd., London, 862 p.
33- Motamednejad M., Eslami S.V., Sayari M.H., and Mahmodi S. 2016. Effect of enrichment with bio fertilizers and three micronutrients of iron, zinc and manganese on germination characteristics of ajowan plant (*Carum copticum* L.). Journal of Horticultural Science 29(4): 564-571. (In Persian)
34- Munne S., and Alegre L. 1999. Role of dew on the recovery of water stressed Melissa officinallis L. Journal Plant Physiology, 154: 759-766.
35- Munns R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment, 25: 239-250.
36- Naseri M., Arooei H., Kafi M., and Nemati H. 2016. Effect of Saline Water on Physiologycal Traits of Fenugreek (*Trigonella foenum*- graecum L.) in Hydroponic Culture. Journal of Water Research in Agriculture 30 (1): 65-71. . (In Persian)
37- Nastari Nasrabadi H., Nemati S.H., Sobhani A., and Sharifi M. 2012. Study on morphologic variation of different Iranian melon cultivars (*Cucumis melo* L.). African Journal of Agricultural Research 7(18): 2764-2769.
38- Navari Izzo F., Quartacci M.F., Izzo R. 1990. Water stress induced changes in protein and free amino acids in field grown maize and sunflower. Plant Physiology and Biochemistry 28:531-537.
39- Nemat-Alla M.M., Badawi A.M., Hassan N.M., El-Bastawisy Z.M., and Badran E.G. 2008. Effect of metribuzin, butachlor and chlorimuron-ethyl on amino acid and protein formation in wheat and maize seedlings. Pesticide Biochemistry and Physiology 90: 8-18.
40- Raghami M., Estaji A., Bagheri V., and Ariakia E. 2016. Effect of salinity and salicylic acid on some morphological traits of solanuum melongena under hydroponic system. Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture, 27: 77-87. (In Persian)
41- Remus R., Ruppel S., Jacob H.J., Hecht-Buchholzch C., and Merbach W. 2000. Colonization behavior of two enterobacterial strains on cereals. Biology and Fertility of Soils, 30: 550-557.
42- Ruız-Lozano J.M., Azcon R., and Gomez M. 1995. Effects of arbuscular mycorrhizal Glomus species on drought tolerance: physiological and nutritional plant responses. Applied and Environmental Microbiology, 61:456-460.
43- Sanchez-Rodr-guez E., Rubio-wilhelmi M., Cervilla L.M., Blasco B., Rios J.J., Rosales M.A., Romero L., and Ruiz J.M. 2010. Genotypic differences in some physiological parameters symptomatic for oxidative stress under moderate drought in tomato plants. Plant Science 178: 30-40.
44- Sannazzaro A.I., Alberto E., Ruiz O.A., Menendez B. 2005. Influence of the arbuscular mycorrhizal fungus Glomus intraradices on the saline stress physiology of Lotus glaber. Lotus Newsletter 35:29-30.
45- Sarabi B., Bolandnazar S., Ghaderi N., and Ghashghaie J. 2017. Genotype difference in physiological and biochemical responses to salinity stress in melon (*Cucumis melo* L.) plants: prospects for selection of salt tolerant landraces. Plant Physiology and Biochemistry 119: 294-311.
46- Senaranta T., Touchell D., Bumm E., and Dixon K. 2000. Acetyl salicylic (aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. Plant Growth Regulation 30: 157-161.
47- Shaharoona B., Arshad M., and Zahir Z.A. 2006. Effect of plant growth promoting rhizobacteria containing ACC-deaminase on maize (*Zea mays* L.) growth under axenic conditions and on nodulation in mung bean (*Vigna radiata* L.). Letters in Applied Microbiology 42:155-159.
48- Sing B., and Usha K. 2003. Salicylic acid induce physiological and biochemical changes in wheat seedling under water stress. Plant Growth Regulation 39: 137-141.
49- Sivritepe N., Sivritepe H.O., and Eris A. 2003. The effect of NaCl priming on salt tolerance in melon seedling grown under salin conditions. Scientia Horticulturae 97: 229-237.
50- Soliman, A. S., Shanan, N. T., Massoud, O. N. and Swelim, D. M. (2011) Improving salinity tolerance of *Acacia*

saligna (Labill.) Plant by Arbuscular mycorrhizal fungi and Rhizobium inoculation. African Journal of Biotechnology 11: 1259-1266.

51- Sultana N., Ikeda T., and Itot R. 1999. Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. Environmental and Experimental Botany 42: 211-220.

52- Taheri S., Barzegar T., and Zaeemzadeh A. 2016. Effect of salicylic acid pre-treatment on cucumber and watermelon seeds germination under salt stress. Iranian Journal of Seed Science and Research 3(4): 15-27. (In Persian)

53- Vinocur B., and Altman A. 2005. Recent advances in engineering plant tolerance to abiotic stress: achievements and limitations. Current Opinion in Biotechnology, 16: 123-132.

54- Zafari M., Ebadi A., Parmoon G., and Jahanbakhsh S. 2016. Effect of growth promoting bacteria on compatibility metabolites production and some characteristics of Hamadan alfalfa during drought stress. Journal of Plant Process and Function 4(14): 61-75. (In Persian)

Journal of Horticultural Science
Vol. 34, No.1, Spring 2020, P. 131-144
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، ص. ۱۴۴-۱۳۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Effect of Bio-fertilizer and Salicylic Acid on Some Physiological Traits of Melon under Salinity Stress

H. Nastari Nasrabadi[1*]- S.F. Saberali[2]
Received: 22-07-2019
Accepted: 16-11-2019

Introduction: Melon (*Cucumis melo* L.) is one of the most important vegetables in Cucurbitaceae family and one of the most important economic crops in the Torbat-e Jam. Growth and yield of agricultural crops are affected by biotic and abiotic environmental stresses. Salinity stress can be one of the most important environmental factors limiting the yield of plants, especially in arid and semi-arid regions. It has been reported that by application of bio-fertilizers, root and shoot dry weight and nitrogen concentration in alfalfa increased under salt stress. Sarabi *et al* (44) in a study of different genotypes of melons under salinity stress reported that salinity stress increases soluble sugars and proline content and decreases photosynthetic pigments. Growth-promoting bacteria can help plants under stress conditions by stabilizing atmospheric nitrogen, increasing the accessibility of nutrients, and interfering by the production of plant hormones such as auxin, cytokinin, and gibberellins. Soliman et al. (49) also reported that growth-promoting bacteria increase the absorption of elements, especially nitrogen, in Acacia saligana. Basilio et al. (7) showed that growth-promoting bacteria increase plant height and yield of wheat. The use of salicylic acid to create plant reactions to environmental stresses has been suggested. Raghami *et al* (39) reported that salicylic acid improves vegetative indexes and photosynthetic pigments in eggplant under salt stress. It has been reported that salicylic acid treatment increased K in wheat under salt stress. Due to the expansion of saline soils as well as the reduction of fresh water resources, the purpose of this experiment is to better establish melon seedlings under adverse environmental conditions and to maintain and develop this valuable crop.

Materials and Methods: In order to study the effect of biological fertilizers and salicylic acid on physiological parameters and growth of Khatooni melon under salinity stress conditions, a factorial experiment was conducted based on completely randomized design with three replications in Torbat-e-Jam University. Salicylic acid treatment was selected at two levels, without (SA0) and one mM (SA1) salicylic acid. Bacteria treatments were including Azotobacter (B1), Azospirilium (B2), Azotobacter and Azospirilum (B3) and without inoculation (B0) and salinity treatments were prepared in five concentrations: control (S0), 50 (S1), 100 (S2), 150 (S3) and 200 (S4) mM of sodium chloride.

Results and Discussion: Interaction effects of salinity, salicylic acid and bacteria showed, proline content was increased by salinity stress. The highest of proline content was obtained by combination of 200 mM salinity, one mM of salicylic acid and Azetobacter + Azospirilum (S4 SA1 B3) and the minimum of it was recorded in contorol (S0 SA0 B0). Under salinity conditions, the accumulation of compatible solutions such as proline, glycine, betaine and other organic solutions in the plant occurs, which play an important role in protecting the plant against the harmful effects of stress. On the other hand, the increase in proline content by growth-promoting bacteria may be due to an increase in the absorption of nutrients, especially nitrogen, because proline has a nitrogenous structure.

Without salinity stress no significant difference observed between salicylic acid treatments on soluble sugars, but soluble sugars content were significantly increased by increasing salinity stress. The maximum and minimum of soluble sugars content were recorded in combination 200 mM salinity and one mM of salicylic acid (S4 SA1) and control (S0 SA0) respectively. Plants try to overcome salinity stress by producing organic compounds that are osmotically active such as soluble sugars.

It has been reported that the use of salicylic acid in eggplant and barley under salinity stress has increased the production of soluble sugars, which is consistent with the results of this study. In general, accumulation of proline and soluble sugars content might be due to increased synthesis and decreased degradation under stress conditions. According to the results, photosynthetic pigments and relative water content percentage (RWC %) were decreased under salinity stress. Simple effects of salicylic acid (SA1) and bacteria treatments especially combination of bacteria (B3) significantly improved Chlorophyll a, b, carotenoids and RWC. Sarabi *et al*. (43) reported that chlorophyll content, carotenoids and RWC were decreased in melon under salinity stress.

1 and 2- Assistant Professors, Department of Horticulture Science and Engineering, High Educational Complex of Torbat-e Jam
(*- Corresponding Author Email: ho_nastari@yahoo.com)

Kheirizadeh Arough et al (29) reported that application of bio-fertilizers and nano zinc oxid increased content of chlorophyll a, chlorophyll b and carotenoids in Triticale under salinity conditions.

Conclusion: Based on the obtained results in this study, we can use Azotobacter and Azospirillum together for seed inoculation and spraying with salicylic acid for obtaining better growth and yield under salt stress.

Keywords: Azospirillum, Azotobacter, Khatooni melon, Proline